

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-191112

⑬ Int. Cl.⁴
G 02 B 15/16
27/64

識別記号 庁内整理番号
6952-2H
8106-2H

⑭ 公開 平成1年(1989)8月1日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全10頁)

⑮ 発明の名称 防振機能を有した変倍光学系

⑯ 特 願 昭63-15412

⑰ 出 願 昭63(1988)1月26日

⑱ 発 明 者 大 泉 浩 二 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑲ 発 明 者 北 岸 望 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 高 梨 幸 雄

明 細 書

1. 発明の名称

防振機能を有した変倍光学系

2. 特許請求の範囲

(1) レンズ群Pの物体側及び像面側に少なくとも1つのレンズ群を有し、該レンズ群Pと隣接するレンズ群との間隔のうち少なくとも一方の間隔が少なくとも変倍の際、若しくはフォーカスの際に変化する構成の変倍光学系であって、該変倍光学系の傾きにより生ずる撮影画像のブレをブレ検出手段により検出し、該ブレ検出手段からの出力信号に応じて駆動手段により前記レンズ群Pを光軸と直交する方向に移動させることにより撮影画像のブレを補正すると共に、前記レンズ群Pの焦点距離を f_P 、望遠端における全系の焦点距離を f_T 、任意の変倍位置における前記レンズ群Pの近軸横倍率を β_P 、レンズ群Pよりも像面側に配置されているレンズ系全体による近軸横倍率を β_q としたとき

$$0.1 < |(1 - \beta_P) \cdot \beta_q| < 1.0$$

$$0.02 < |f_P / f_T| < 5$$

なる条件を満足することを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。

(2) 任意の変倍位置における前記変倍光学系の焦点距離を f 、前記変倍光学系が全体として角度 ϵ 傾いて撮影画像のブレが生じたとき、前記レンズ群Pを $-\frac{f \cdot \epsilon}{(1 - \beta_P) \cdot \beta_q}$ 程度平行偏心させたとき、該撮影画像のブレが補正されるように前記複数のレンズ群の光学的諸定数を設定したことを特徴とする請求項1記載の防振機能を有した変倍光学系。

(3) 任意の変倍位置において前記レンズ群Pよりも物体側に配置されているレンズ系全体の焦点距離を f_O としたとき

$$0.1 < |f_O / f_P| < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1記載の防振機能を有した変倍光学系。

(4) 任意の変倍位置において前記レンズ群Pよりも像面側に配置されているレンズ系全体の焦点

特開平1-191112(2)

距離を f_q としたとき

$$0.1 < |f_q / f_P| < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1記載の防振機能を有した変倍光学系。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は振動による撮影画像のブレを補正する機能、所謂防振機能を有した変倍光学系に関し、特に防振用の可動レンズ群を、例えば光軸と直交する方向に移動させて防振効果を発揮させたときの光学性能の低下の防止を図った防振機能を有した変倍光学系に関するものである。

(従来の技術)

進行中の車や航空機等移動物体上から撮影をしようとするとき撮影系に振動が伝わり撮影画像にブレが生じる。

従来より撮影画像のブレを防止する機能を有した防振光学系が、例えば特開昭50-80147号公報や特公昭56-21122号公報、特開昭61-223819号公報等で提案されている。

動に対して生ずるプリズム作用を利用することにより撮影画像を偏向させ結像面上で静止画像を得ている。

又、加速度センサーを利用して撮影系の振動を検出し、このとき得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に振動させることにより静止画像を得る方法も行なわれている。

一般に撮影系の一部のレンズ群を振動させて撮影画像のブレをなくし、静止画像を得る機構には画像のブレの補正量と可動レンズの移動量との関係を単純化し、変換の為の演算時間の短縮化を図った簡易な構成の撮影系が要求されている。

又、可動レンズ群を偏心させたとき偏心コマ、偏心非点収差、そして偏心像面湾曲等が多く発生すると画像のブレを補正したとき偏心収差の為、画像がボケてくる。例えば、偏心歪曲収差が多く発生すると光軸上の画像の移動量と周辺部の画像の移動量が異ってくる。この為、光軸上の画像を対象に画像のブレを補正しようと可動レンズ群を

特開昭50-80147号公報では2つのアフォーカルの変倍系を有するズームレンズにおいて第1の変倍系の角倍率を M_1 、第2の変倍系の角倍率を M_2 としたとき $M_1 = 1 - 1/M_2$ なる関係を有するように各変倍系で変倍を行うと共に、第2の変倍系を空間的に固定して画像のブレを補正して画像の安定化を図っている。

特公昭56-21133号公報では光学装置の振動状態を検知する検知手段からの出力信号に応じて、一部の光学部材を振動による画像の振動の変位を相殺する方向に移動させることにより画像の安定化を図っている。

特開昭61-223819号公報では最も被写体側に屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該屈折型可変頂角プリズムの頂角を変化させて画像を偏向させて画像の安定化を図っている。

この他、特公昭56-34847号公報、特公昭57-7414号公報等では撮影系の一部に振動に対して空間的に固定の光学部材を配置し、この光学部材の振

偏心させると、周辺部では画像のブレと同様な現象が発生してきて光学特性を著るしく低下させる原因となってくる。

このように防振用の撮影系、特に変倍光学系においては可動レンズ群を光軸と直交する方向に移動させ偏心状態にしたとき、偏心収差発生量が少なく光学性能の低下の少ないこと及び簡易な機構であることが要求されている。

しかしながら、以上の諸条件を全て満足させた撮影系を得るのは一般に大変困難で、特に撮影系の一部の屈折力を有したレンズ群を偏心させると光学性能が大きく低下し、良好なる画像が得られない欠点があった。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に移動させて画像のブレを補正する際、可動レンズ群の機構上の簡素化を図ると共に、例えば可動レンズ群を移動させて平行偏心させたときの前述の各種の偏心収差の発生量が少なく良好なる光学性能が得られる防振機能を有した

特開平1-191112(3)

変倍光学系の提供を目的とする。

(問題点を解決する為の手段)

レンズ群Pの物体側及び像面側に少なくとも1つのレンズ群を有し、該レンズ群Pと隣接するレンズ群との間隔のうち少なくとも一方の間隔が少なくとも変倍の際、若しくはフォーカスの際に変化する構成の変倍光学系であって、該変倍光学系の傾きにより生ずる撮影画像のブレをブレ検出手段により検出し、該ブレ検出手段からの出力信号に応じて駆動手段により前記レンズ群Pを光軸と直交する方向に移動させることにより撮影画像のブレを補正すると共に、前記レンズ群Pの焦点距離を f_P 、望遠端における全系の焦点距離を f_T 、任意の変倍位置における前記レンズ群Pの近軸横倍率を β_P 、レンズ群Pよりも像面側に配置されているレンズ系全体による近軸横倍率を β_q としたとき

$$0.1 < |(1 - \beta_P) \cdot \beta_q| < 10 \quad \text{--- (A1)}$$

$$0.02 < |f_P / f_T| < 5 \quad \text{--- (A2)}$$

なる条件を満足することである。

たときの光学系の模式図である。同図においては簡単な為に広角側及び望遠側において、点Aを中心として変倍光学系全体が角度 ϵ だけ前倒れとなり画像のブレを起こしたときの光束のブレによる結像状態を示している。

即ち、本来なら点Aに結像すべき光束7が広角側では結像面5上の点Bに、又、望遠側では結像面5上の点Cに各々結像している。

今、フィルム露光中であって第2図(A)に示す状態から第2図(B)に示す状態へ単調に変倍光学系が傾き画像のブレが生じた場合、ブレが無ければ点Aに点像として結像すべき像は広角側では線分AB、望遠側では線分ACのボケた線像となって結像する。

第3図は第2図の画像のブレに対して補正を行ったときの模式図である。同図においては第3レンズ群3をブレ補正用の可動レンズ群とし、光軸6に対して直交方向に平行偏心させて画像のブレを補正している。図中、6aは第3レンズ群の光軸であり、ブレ補正前の共軸であった変倍光学

(実施例)

第1～第3図は本発明に係る変倍光学系において、例えば振動により画像がブレたときの該画像のブレを補正する方法を示す模式図である。同図に示す変倍光学系は物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群1と負の屈折力のバリエーターとしての第2レンズ群2、正の屈折力のコンペンセーターとしての第3レンズ群3、そして正の屈折力のリレーレンズとしての第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、第1レンズ群1を光軸上移動させてフォーカスを行う、所謂4群ズームレンズを示している。尚、7は結像面5上の点Aに結像する光束、6は変倍光学系の光軸である。図中(A)は広角端、(B)は望遠端の光学配置を示している。

第1図は振動がなく画像のブレがないときの光学系の模式図である。図中、光束7は振動がなく画像のブレがない為、広角端及び望遠端において結像面3上の一点Aに結像している。

第2図は振動が変倍光学系に伝わり画像がブレ

系の光軸6とは平行になっている。

同図に示すように変倍光学系全体の前倒れによる画像のブレに対して第3レンズ群を所定量だけ平行偏心させることにより、第2図に示すように広角端で点B、望遠端で点Cに結像してしまう光束を本来の結像点である点Aに結像させることができる。

このように第3レンズ群を平行偏心させることにより画像の安定化を図っている。

本実施例において第3レンズ群であるブレ補正用の可動レンズ群の平行偏心量Eは画像のブレ量を δy 、可動レンズ群の偏心敏感度をSとしたとき

$$E = -\delta y / S \quad \text{--- (1)}$$

となる。ここで画像のブレ量 δy は例えば第2図において、広角側では線分ABの長さ、望遠側では線分ACの長さにマイナス符号を付したものである。

これはE、 δy の符号を光軸に対して上方をプラス、下方をマイナスとしている為である。

特開平1-191112(4)

偏心敏感度 S は可動レンズ群の平行偏心量に対する結像面上での像点の移動量の比である。

本実施例では画像のブレ量 δy をカメラ内部のブレ検出手段により検知し、変倍光学系に固有の可動レンズ群の偏心敏感度 S を基にして、画像のブレ補正のための可動レンズ群の平行偏心量 E を(1)式より得ている。そして駆動手段により可動レンズ群を所定量偏心させて画像のブレを補正している。

尚、本発明は第1図～第3図に示す4群ズームレンズに限らずレンズ群 P (第1図～第3図では第3レンズ群に相当) の物体側及び像面側に少なくとも1つのレンズ群を有し、レンズ群 P と隣接するレンズ群との間隔のうち少なくとも一方の間隔が少なくとも変倍の際、若しくはフォーカスの際に変化する構成の変倍光学系であれば、どのような変倍光学系にも適用することができる。

例えば、物体側より順に負、正、そして負の屈折力、若しくは正、負、そして正の屈折力の第1、第2、第3レンズ群の3つのレンズ群を有

し、これらのレンズ群のうちの少なくとも2つのレンズ群を移動させて変倍を行う3群ズームレンズや物体側より順に正、負、負、そして正の屈折力、若しくは正、負、正、そして負の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、これらのレンズ群のうち少なくとも2つのレンズ群を移動させて変倍を行う4群ズームレンズ等に本発明を適用することができる。

次に一般の変倍光学系において、画像のブレ量と該ブレ量を補正するための補正用の可動レンズ群の移動量との関係を示す。ブレ量は各種のブレ検出手段により種々の形で検知されるが、以下簡単のために全てブレ量 $|\delta y|$ に換算して説明する。

今、変倍光学系全体が第2図に示すように角度 ϵ だけ傾いたとき像面上での画像のブレ量 δy は変倍光学系全体の焦点距離を f としたとき

$$\delta y = f \cdot \epsilon \quad \text{--- (2)}$$

となる。このとき画像のブレ補正用の可動のレンズ群 P の近軸横倍率を β_P 、レンズ群 P よりも像面側に配置されているレンズ系全体の近軸横倍率

を β_q とするとレンズ群 P の偏心敏感度 S_P は

$$S_P = (1 - \beta_P) \cdot \beta_q \quad \text{--- (3)}$$

となる。(1)式の S と(3)式の S_P は同じものとして取り扱うことができるから $S = S_P$ において(2)、(3)式より(1)式は

$$E = - \frac{f \cdot \epsilon}{(1 - \beta_P) \cdot \beta_q} \quad \text{--- (4)}$$

となる。

(4)式において $-\frac{f}{(1 - \beta_P) \cdot \beta_q}$ は変倍光学系の変倍位置における固有の定数であるから、これを画像のブレ補正定数 K とおくと(4)式は

$$E = K \cdot \epsilon \quad \text{--- (5)}$$

と極めて簡単な式で表わすことができる。

ただし、実際的には種々の物体距離や種々の収差発生状態により画像安定化を図る必要がある。従って(4)式は近似的に取り扱うのが画像の安定化を効果的に行う場合に好ましい。

本実施例では変倍光学系が全体として角度 ϵ 傾

いて撮影画像のブレが生じたとき、前記レンズ群

P を $-\frac{f \cdot \epsilon}{(1 - \beta_P) \cdot \beta_q}$ 程度平行偏心させた

とき、該撮影画像のブレが補正されるように前記複数のレンズ群の光学的諸定数を設定していることを特徴としている。

又、本実施例では変倍光学系の屈折力配置を前述の条件式(A1)、(A2)の如く設定してレンズ群 P により画像のブレを補正すると共に、レンズ群 P を平行偏心させたときの光学性能の低下を防止している。

次に前述の条件式(A1)、(A2)の技術的意味について説明する。

条件式(A1)の下限値を越えると画像のブレ補正用のレンズ群 P の偏心敏感度が小さくなりすぎ所定の画像のブレ量に対するレンズ群 P の移動量が増大し、駆動機構が大型化してくるので良くない。

又、上限値を越えると画像のブレを補正する際のレンズ群 P の移動量は少なくなるが、偏心敏感

特開平1-191112(5)

度が増大し、その為、非常に高精度な駆動機構が必要となってくるので良くない。

条件式(A2)の下限値を超えてレンズ群Pの屈折力が強くなると偏心敏感度が大きくなりすぎ偏心コマ収差、偏心アス等の諸収差をバランス良く補正するのが難しくなってくる。又、上限値を超えてレンズ群Pの屈折力が弱くなりすぎると画像のブレを補正する際のレンズ群Pの移動量が増大し、駆動機構が大型化してくるので良くない。

一般に光学系の一部のレンズ群を平行偏心させて画像のブレを補正しようとするとき偏心収差の発生により結像性能が低下してくる。

そこで、次に任意の屈折力配置において可動レンズ群を光軸と直交する方向に移動させて画像のブレを補正するときの偏心収差の発生について収差論的な立場より、第23回応用物理学講演会(1962年)に松居より示された方法に基づいて説明する。

変倍光学系の一部のレンズ群をEだけ平行偏心させたときの全系の収差量 ΔY は(a)式の如く

$$\begin{aligned} \Delta Y = & -\frac{1}{2\alpha'_k} \left\{ (N_1 \tan \omega)^2 \cos \phi_\omega \cdot V \right. \\ & + (N_1 \tan \omega)^2 R \left\{ 2 \cos \phi_\omega \cos(\phi_R - \phi_\omega) \cdot \text{III} \right. \\ & + \left. \cos \phi_R (\text{III} + P) \right\} \\ & + (N_1 \tan \omega)^2 R^2 \left\{ 2 \cos \phi_R \cos(\phi_R - \phi_\omega) \right. \\ & + \left. \cos \phi_\omega \right\} \cdot \text{II} \\ & + \left. R^2 \cos \phi_R \cdot I \right\} \quad (b) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y(E) = & -\frac{E}{2\alpha'_k} \left\{ (N_1 \tan \omega)^2 \left\{ (2 + \cos 2\phi_\omega) (VE1) \right. \right. \\ & + \left. (VE2) \right\} \\ & + 2(N_1 \tan \omega) R \left\{ \left\{ 2 \cos(\phi_R - \phi_\omega) \right. \right. \\ & + \left. \cos(\phi_R + \phi_\omega) \right\} (\text{III} E) + \cos \phi_R \cos \phi_\omega (PE) \right\} \\ & + \left. R^2 (2 + \cos 2\phi_R) (\text{II} E) \right\} \\ & - \frac{E}{2\alpha'_k} (\Delta E) \quad (c) \end{aligned}$$

$$(\Delta E) = -2(\alpha'_p - \alpha_p) = -2h_p \phi_p \quad (d)$$

$$\begin{aligned} (\text{II} E) = & \alpha'_p \text{II}_e - \alpha_p (\text{II}_p + \text{II}_e) \\ & - \bar{\alpha}'_p I_e + \bar{\alpha}_p (I_p + I_e) \\ & + h_p \phi_p \text{II}_e - \alpha_p \text{II}_p \\ & - (\bar{h}_p \phi_p I_e - \bar{\alpha}_p I_p) \quad (e) \end{aligned}$$

偏心前の収差量 ΔY と偏心によって発生した偏心収差量 $\Delta Y(E)$ との和になる。ここで収差量 ΔY は球面収差(I)、コマ収差(II)、非点収差(III)、ベッツバール和(P)、歪曲収差(Y)で表わされる。

又、偏心収差 $\Delta Y(E)$ は(c)式に示す様に1次の偏心コマ収差(II E)、1次の偏心非点収差(III E)、1次の偏心像面弯曲(PE)、1次の偏心歪曲収差(VE1)、1次の偏心歪曲附加収差(VE2)、そして1次の原点移動(ΔE)で表わされる。

又、(d)式から(i)式の(ΔE)~(VE2)までの収差は前述の条件を有するレンズ群Pを平行偏心させる変倍光学系においてレンズ群Pへの光線の入射角を α_p 、 $\bar{\alpha}_p$ としたときにレンズ群Pの収差係数 I_p 、 II_p 、 III_p 、 P_p 、 V_p と、又、同様にレンズ群Pより像面側に配置したレンズ群を全体として1つの第qレンズ群としたときの収差係数を I_q 、 II_q 、 III_q 、 P_q 、 V_q を用いて表わされる。

$$\Delta Y_1 = \Delta Y + \Delta Y(E) \quad (a)$$

$$\begin{aligned} (\text{III} E) = & \alpha'_p \text{III}_e - \alpha_p (\text{III}_p + \text{III}_e) \\ & - \bar{\alpha}'_p \text{II}_e + \bar{\alpha}_p (\text{II}_p + \text{II}_e) \\ & + h_p \phi_p \text{III}_e - \alpha_p \text{III}_p \\ & - (\bar{h}_p \phi_p \text{II}_e - \bar{\alpha}_p \text{II}_p) \quad (f) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (PE) = & \alpha'_p P_e - \alpha_p (P_p + P_e) \\ & + h_p \phi_p P_e - \alpha_p P_p \quad (g) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VE1) = & \alpha'_p V_e - \alpha_p (V_p + V_e) \\ & - \bar{\alpha}'_p \text{III}_e + \bar{\alpha}_p (\text{III}_p + \text{III}_e) \\ & + h_p \phi_p V_e - \alpha_p V_p \\ & - (\bar{h}_p \phi_p \text{III}_e - \bar{\alpha}_p \text{III}_p) \quad (h) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VE2) = & \bar{\alpha}'_p P_e - \bar{\alpha}_p (P_p + P_e) \\ & + \bar{h}_p \phi_p P_e - \bar{\alpha}_p P_p \quad (i) \end{aligned}$$

以上の式から偏心収差の発生を小さくするためにはレンズ群Pの諸収差係数 I_p 、 II_p 、 III_p 、 P_p 、 V_p を小さな値とするか、若しくは(a)式~(i)式に示すように諸収差係数を互いに打ち消し合うようにバランス良く設定することが必要となってくる。そしてレンズ群Pにおいては球面収差、コマ収差、ベッツバール和の他に非点収差、歪曲収差を良好に補正することが必要となっ

特開平1-191112(6)

てくる。

一般にレンズ群Pにおける軸上収差と共に軸外収差をバランス良く補正するには、レンズ群P中における軸上光線の高さ h と軸外光線の主光線の高さ \bar{h} とが互いに異った値をとるようにレンズ系を構成することが必要となってくる。

この為、本実施例ではレンズ群Pを後述する数値実施例で示すように複数のレンズより構成すると共に、変倍光学系中におけるレンズ群Pを前述の如く設定することによりレンズ群Pを偏心させたときの偏心収差の発生量を少なくしている。

一般に変倍光学系においては変倍、又はフォーカスに際して移動させるレンズ群、又は該レンズ群に隣接するレンズ群はレンズ群内で比較的良好に収差が補正されているか、若しくはその近傍に収差をバランス良く補正するレンズ群が存在している場合が多い。又、該レンズ群と隣接したレンズ群との合成系を考えた場合にも、各収差が良好に補正されている場合が多い。

この為、本実施例では前述の如く少なくとも変

なる条件を満足するか、若しくは任意の変倍位置において前記レンズ群Pよりも像面側に配置されているレンズ系全体の焦点距離を f_q としたとき

$$0.1 < |f_q / f_P| < 1.0 \quad \text{--- (A4)}$$

なる条件を満足することが好ましい。

条件式(A3)、(A4)は画像のブレ補正用のレンズ群Pの物体側若しくは像面側のレンズ群の屈折力を適切に保ち、レンズ群Pを偏心させて画像のブレを補正したときの偏心収差の発生量を少なくし、良好なる光学性能を維持する為のものである。条件式(A3)、(A4)のどちらの条件式も満足しない場合にはレンズ群Pを偏心させたとき偏心収差が多く発生し、光学性能が低下してくるので良くない。

第4図は本発明の数値実施例の変倍光学系のレンズ断面図である。同図において(A)は広角端、(B)は望遠端である。Iは負の屈折力のレンズ群、IIは正の屈折力の第2レンズ群、IIIは負の屈折力の第3レンズ群である。第2、第3レンズ群、II、IIIを矢印の如く移動させて広角端から

倍に際して若しくはフォーカスの際に隣接するレンズ群間隔が変化する位置にあるレンズ群Pを画像のブレ補正用の可動レンズ群とし光軸と直交する方向に移動させることにより、偏心収差の発生量を少なくしつつ画像のブレを良好に補正している。

これにより前述の(e)式~(i)式の各偏心収差係数の増大を防止し、所定の画像のブレを補正しつつ、光学性能の低下を防止した変倍光学系を達成している。

特に後述する数値実施例においてはレンズ群Pを光軸と直交する方向に一体的に移動させ、画像のブレを良好に補正すると共に偏心収差の発生が極めて少ない変倍光学系を達成している。

尚、本実施例においてレンズ群Pを偏心させて画像のブレを補正したとき、更に偏心収差を良好に補正する為には、任意の変倍位置において前記レンズ群Pよりも物体側に配置されているレンズ系全体の焦点距離を f_0 としたとき

$$0.1 < |f_0 / f_P| < 1.0 \quad \text{--- (A3)}$$

望遠端への変倍を行っている。

本実施例では第2レンズ群IIを平行偏心させて画像のブレを補正している。

第5図(A)、(B)は数値実施例の広角端と望遠端の横収差図である。同図において y_o は物体高、 y_i は像高である。

次に数値実施例において、レンズ系全体をフィルム面を中心に例として9分前倒れさせ($e = -0.002617$)このときの画像のブレを補正する為の第2レンズ群を表-1に示す値だけ平行偏心させたときの横収差図を参考例として第6図に示す。図中(A)は広角端、(B)は望遠端である。

又、表-2に第2レンズ群で画像のブレを補正したときの偏心歪曲収差の補正状態を示す為に各物体高におけるフィルム面上での主光線の結像位置を示す。

第6図及び表-2に示すように本実施例によれば、第2レンズ群の平行偏心により偏心収差の発生量を少なくしつつ偏心歪曲を良好に補正し、か

特開平1-191112(7)

つ所定の画像のブレを補正した高い光学性能を有した変倍光学系を達成している。

尚、以上の実施例においては第2レンズ群を平行偏心させて画像のブレを補正した場合について示したが回転偏心させて行っても、又、双方を同時に行っても同様に本発明の目的を達成することができる。

変倍光学系の振動等によるブレはフィルム中心に限らず、どの点を中心にブレていても本発明は良好に適用することができる。

画像のブレの補正は全変倍範囲にわたり一様に行う代わりにブレの発生しやすい望遠側においてのみ行うようにしても良い。

又、近距離物体等の所定の物体距離においてのみ画像のブレを補正するようにしても良い。

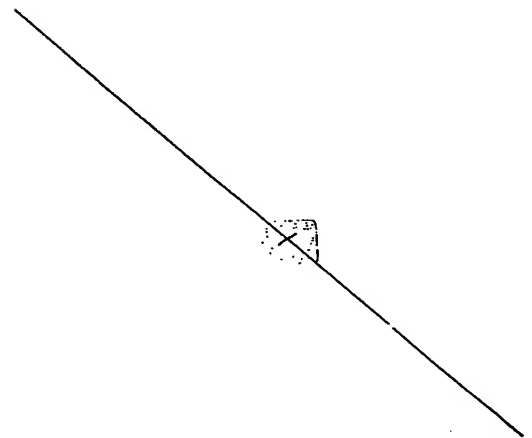
次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において R_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 D_i は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と ν_i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数

である。

非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし R を近軸曲率半径、 A, B, C, D, E を各々非球面係数としたとき

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}} + AH^4 + BH^6 + CH^8 + DH^{10} + EH^{12}$$

なる式で表わしている。



数値実施例

$f = 36 \sim 68$		$FNo = 3.6 \sim 5.7$	$2\omega = 62^\circ \sim 35.3^\circ$
I	$R1 = -1370.59$	$D1 = 1.700$	$N1 = 1.72000 \quad \nu1 = 50.2$
	$*R2 = 20.97$	$D2 = 1.522$	
	$R3 = 20.05$	$D3 = 3.994$	$N2 = 1.68893 \quad \nu2 = 31.1$
	$R4 = 45.79$	$D4 = \text{可変}$	
II	$R5 = 20.70$	$D5 = 2.779$	$N3 = 1.51633 \quad \nu3 = 64.1$
	$R6 = -106.37$	$D6 = 0.150$	
	$R7 = 15.74$	$D7 = 2.413$	$N4 = 1.51633 \quad \nu4 = 64.1$
	$R8 = 125.48$	$D8 = 0.828$	
III	$R9 = -65.50$	$D9 = 3.738$	$N5 = 1.80518 \quad \nu5 = 25.4$
	$R10 = 15.94$	$D10 = 1.089$	
	$R11 = 40.80$	$D11 = 2.048$	$N6 = 1.72825 \quad \nu6 = 28.5$
	$R12 = -35.29$	$D12 = \text{可変}$	
	$R13 = -23.06$	$D13 = 4.243$	$N7 = 1.58347 \quad \nu7 = 30.2$
	$R14 = -16.59$	$D14 = 5.572$	
	$R15 = -12.70$	$D15 = 1.500$	$N8 = 1.60311 \quad \nu8 = 60.7$
	$R16 = -55.65$		

第2面の非球面係数

$A = 0$	
$B = 5.319 \times 10^{-6}$	$C = 1.919 \times 10^{-6}$
$D = -4.745 \times 10^{-10}$	$E = 1.304 \times 10^{-10}$

	$f = 36$	$f = 50$	$f = 68$
$D4$	19.87	12.08	3.19
$D12$	11.23	6.76	5.45

第2レンズ群偏心敏感度: $(1 - \beta P) \cdot \beta q$ 表

変倍位置	第2レンズ群
$f = 36$	1.85
$f = 68$	2.87

表-1

補正群	第2レンズ群を補正群としたときの平行偏心量
変倍位置	
$f = 36$	0.052
$f = 68$	0.063

表-2

第2レンズ群で補正

広角端 ($f=36$)

物体高	像面での主光線の高さ			④ 像ブレ量 ③-②	⑤ 像ブレ 補正量 ⑤-④	⑦ 残存像 ブレ量 ③+⑤- ②-⑥
	② 無振動状態	③ ブレ状態	⑥ ブレ 補正状態			
-985.49	21.62	21.47	21.64	-0.14	0.16	0.01
-811.37	17.99	17.86	18.00	-0.12	0.14	0.01
-680.55	14.99	14.87	15.00	-0.12	0.12	0.00
-457.44	9.99	9.88	9.99	-0.10	0.10	0.00
0	0	-0.09	0.00	-0.09	0.09	0.00
457.44	-9.99	-10.10	-9.99	-0.10	0.10	0.00
680.55	-14.99	-15.11	-14.99	-0.12	0.12	0.00
811.37	-17.99	-18.12	-17.99	-0.12	0.14	0.01
985.49	-21.62	-21.78	-21.60	-0.14	0.16	0.01

望遠端 ($f=68$)

物体高	像面での主光線の高さ			④ 像ブレ量 ③-②	⑤ 像ブレ 補正量 ⑤-④	⑦ 残存像 ブレ量 ③+⑤- ②-⑥
	② 無振動状態	③ ブレ状態	⑥ ブレ 補正状態			
-1030.42	21.62	21.39	21.61	-0.22	0.21	0.00
-866.63	17.99	17.77	17.98	-0.21	0.20	0.00
-727.74	14.99	14.79	14.98	-0.20	0.19	0.00
-489.99	9.99	9.80	9.99	-0.19	0.18	0.00
0	0	-0.18	0.00	-0.18	0.18	0.00
489.99	-9.99	-10.19	-10.00	-0.19	0.16	0.00
727.74	-14.99	-15.19	-15.00	-0.20	0.19	0.00
866.63	-17.99	-18.20	-17.99	-0.21	0.20	0.00
1030.42	-21.62	-21.84	-21.62	-0.22	0.21	0.00

(発明の効果)

本発明によれば変倍光学系を構成するレンズ群のうち、前述の条件を満たす第2レンズ群を偏心させることにより画像のブレを補正すると共に、偏心に伴う偏心収差の発生量を極力抑さえた高い光学性能を維持することのできる防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。

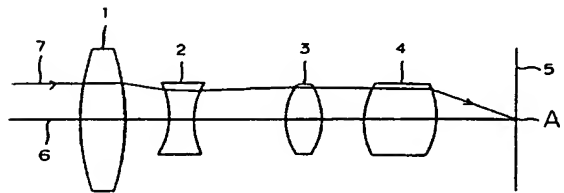
4. 図面の簡単な説明

第1～第3図は本発明の変倍光学系において画像のブレを補正する方法の一実施例の模式図、第4図は本発明の変倍光学系の数値実施例のレンズ断面図、第5図(A)、(B)は本発明の数値実施例の収差図、第6図(A)、(B)は本発明の数値実施例において第2レンズ群を偏心させたときの収差図である。

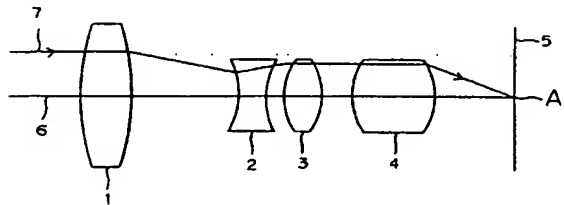
図中、I、II、IIIは各々第1、第2、第3レンズ群、 y_o は物体高、 y_i は像高である。

第 1 図

(A)

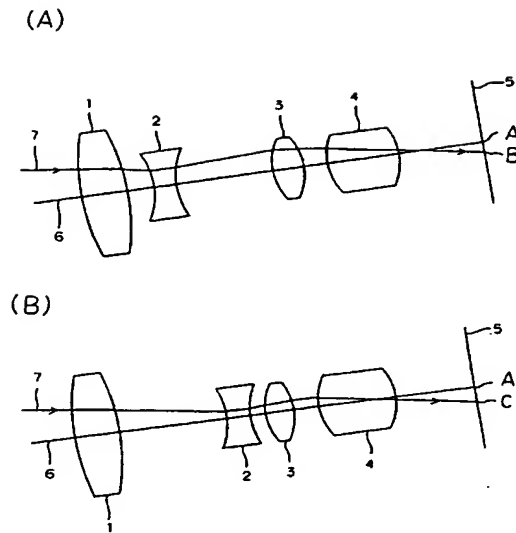


(B)

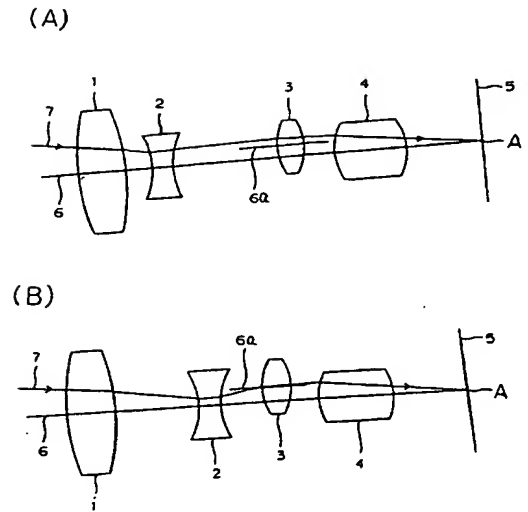


特開平1-191112(9)

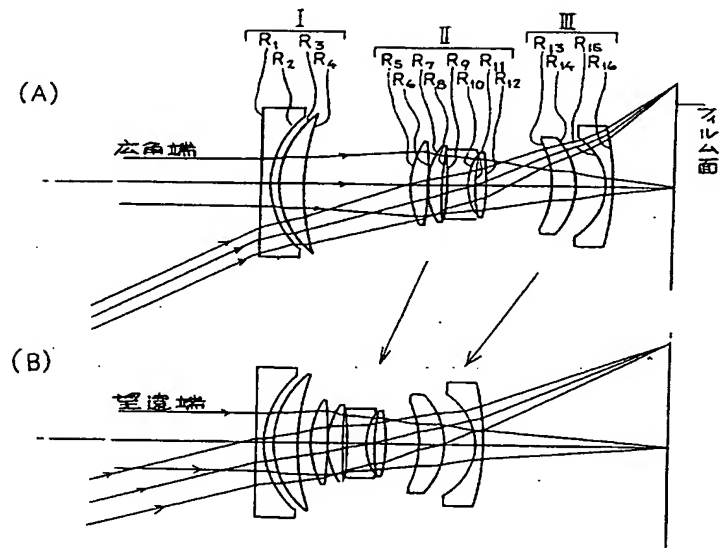
第 2 図



第 3 図

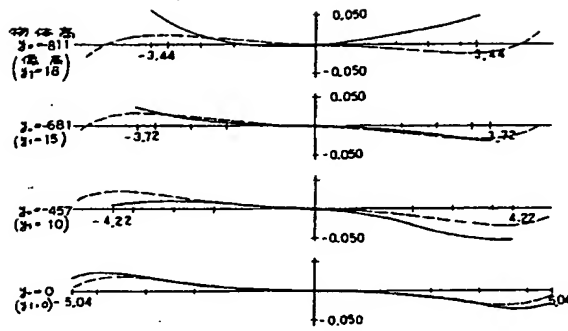


第 4 図

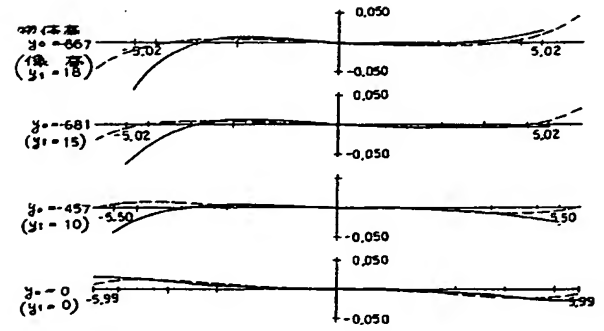


特開平1-191112 (10)

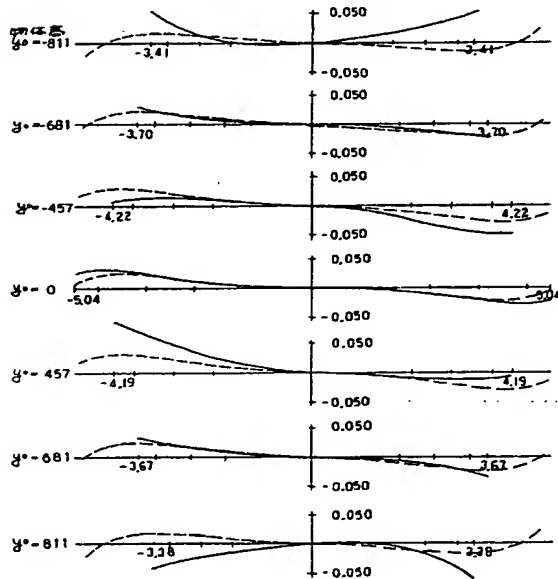
第 5 圖 (A)



第 5 圖 (B)



第 6 圖 (A)



第 6 圖 (B)

